بررسی آسیب‌های مکانیکی وارده به دانه گندم در عملیات خرمنکوبی (اثر رقم و رطوبت)

عبداله ایمان‌مهر

استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه اراک

a-imanmehr@araku.ac.ir

چکیده:

سه رقم گندم Giza163، Sids10 و Sohag1 دارای سه سطح مختلف رطوبتی (تقریباً ۷، ۸ و درصد بر پایه تر) برای مطالعه اثر خرمنکوبی (کوبش) بر آسیب دانه در این تحقیق انتخاب گردید. یک ماشین خرمنکوب چکشی محلی جهت کوبش دانه‌های گندم درسه سطح مختلف سرعت استوانه کوبش (۱۱، ۲۰ و ۳۰.۷ متر بر ثانیه) در سه نرخ تغذیه خوشه‌ها شامل (۰/۰۱۳، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۵ کیلوگرم بر ثانیه) مورد استفاده قرار گرفت. بیشترین درصد دانه‌های شکسته درحین فرآیند کوبش در رقم Sohag1 در مقایسه با دیگر رقم‌ها اتفاق افتاد. ازطرف دیگر تحت شرایط بالاترین محتوی رطوبتی (۸ و ۹٪) بیشترین میزان آسیب درمقایسه با محتوی رطوبتی (۷٪) رخ داد. بنابراین افزایش زمان خشک کردن بعد از برداشت باعث ایجاد مقاومت بیشتر دانه در مقابل سیب‌دیدگی می ردد.

کلمات کلیدی: دانه گندم، خرمنکوبی، آسیب مکانیکی و کیفیت دانه.

۱- دمه:

گندم یکی از مهمترین محصولات کشاورزی است که در جیره غذایی سه چهارم مردم جهان قرار دارد (بی‌نام، ۱۳۷۴). به همین علت در طول بیش از هفت دهه، تحقیقات بسیاری با هدف تولید بیشتر و فرآوری بهتر این محصول انجام شده است. در این میان، تعیین خصوصیات کیفی گندم، بویژه به دلیل تاثیر آن بر کیفیت محصول نهایی (بطور اخص نان) از جایگاه خاصی برخوردار بوده است. شاخص سختی گندم یکی از این ویژگی‌ها می‌باشد که می‌تواند اطلاعات مفیدی در زمینه نحوه تاثیر فرآیند آسیاب بر کیفیت آرد حاصله در اختیار ما قرار دهد (Cattteral, 1998). اما یکی از مسائلی که همواره پیش روی متخصصین غلات بوده است، چگونگی اندازه‌گیری این شاخص‌ها است (Hoseney and Faubion, 1992). کیفیت دانه توسط برخی عوامل در حین فرآیند تولید، انتقال و ذخیره‌سازی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. برخی آسیب‌های انیکی دانه بدلیل استفاده از ماشینهای خرمنکوب غیر استاندارد و محلی تحت شرایط نامتعارف اتفاق می‌افتد. بنابراین دانه‌های آسیب دیده (قابل مشاهده و غیر قابل مشاهده) دچار تلفات معنی‌داری به ویژه هنگام انجام عملیات کاشت می‌شوند. عموماً نه تنها اثرات فوری آسیب بر روی کیفیت دانه معنی‌دار است، لکه اثرات تأخیری آن بر روی کیفیت دانه بیشتر و از لحاظ اقتصادی بسیار مهم است (Mc-Donald, 1985). علاوه بر این سطوح

آسیب دیده مکانیکی کوچک با گذشت زمان از لحاظ اندازه افزایش می‌یابد و باعث فساد بافتهای حیاتی جنین در دانه‌های کم کیفیت می‌گردد. آسیب‌های مکانیکی ناشی از ضربات مکانیکی بویژه در حین عملیات برداشت، خرمنکوبی و خشک کردن دانه گندم نتیجه می‌شود. هرچند می‌توان سختی یک تـ ده گندم را با مشاهده ظاهری دانه‌های گندم (از نظر رنگ، شکل و ملاحظه مقطع دانه) تخمین زد، اما به دلیل پراکندگی فاکتور سختی، حتی در یک رقم خالص، میزان خطا در این روش قابل ملاحظه می‌باشد. افزون بر این، امروزه با وجود مراکز آسیاب گندم با ظرفیت بالا، استفاده از روش های حسی (غیر مکانیزه) توجیه پذیر نیست. در این راستا، به دلیل ارتباط بسیار نزدیک سختی گندم و خواص مکانیکی توده گندم، تحقیقات متعددی به منظور ارائه روش های استاندارد برای اندازه گیری سختی، یک نمونه توده به کمک خواص آسیابی انجام شده است (Chung *et al.*, 1975; Kuhlman *et al.*, 1979; Obuchowaski and Bushuk, 1980; Wu and Nelson, 1991). یکی از مهمترین این روش‌ها، روش شاخص توزیع اندازه ذرات است که به عنوان یک روش آزمایشگاهی، بعضاً در تجارت و خرید و فروش مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در یک کارخانه آرد برای تشخیص کیفیت یک توده گندم که بطور پیوسته به سمت غلطک‌های آسیابی در حرکت است به یک سامانه تشخیص کیفی مکانیزه نیاز می‌باشد. این سامانه زمانی از دقت لازم برای تشخیص یک توده گندم برخوردار خواهد بود که بتواند به جای میانگین سختی توده، توزیع فراوانی سختی توده را در اختیار قرار دهد. برای این منظور نیز باید امکان استخراج سختی یک دانه منفرد با یک تست ساده مکانیکی فراهم باشد. پیش از این تحقیقات متعددی با هدف استخراج شاخص سختی تک دانه گندم از طریق بارگذاری فشاری دانه کامل گندم انجام گرفته و مشخص شده است که می‌توان سختی تک دانه گندم را از برخی مشخصات منحنی نیرو تغییر شکل دانه بدست آورد (Lai *et al.*, 1985; Martin *et al.*, 1993; Martin and Steel, 1996, Pomeranz *et al.*, 1988). همچنین بر مبنای مطالعات قبلی مشخص شد درصورتیکه فاکتور اندازه دانه تحت کنترل قرار گیرد می‌توان شاخص سختی گندم را با کمک یک رابطه خطی از برخی مشخصات شکل منحنی نیرو تغییرشکل، به ویژه ضریب کشسانی و نیز برخی خصوصیات مکانیکی وابسته به زمان دانه گندم، همچون نسبت کاهش نیرو حاصل از آزمایش تنش آسایی بدست آورد (افکاری، ۱۳۸۲ ;Afkari and Minaei, 2004). در حالت کلی سه دسته عامل شکل و اندازه، رطوبت و حرارت و خصوصیات ژنتیکی بر اندازه‌گیری سختی در دانه گندم موثر است. در اغلب موارد نیز از تاثیر ناچیز شکل دانه و حرارت صرف‌نظر می‌گردد (Hoseney, 1992). در این رابطه مطالعه در زمینه روش‌هایی که سبب استقلال نتایج از عوامل فوق گردد می‌تواند بر دقت آزمایش بیافزاید. از لحاظ نظری، عدم تاثیر اندازه جسم بر خواص مکانیکی(حاصل از بارگذاری شبه استاتیک) با فرض نیمه بی نهایت بودن جسم امکان پذیر می‌گردد (Timoshenko and Goodier, 1984).

مواد و روشها

سه رقم مختلف دانه گندم Giza163، Sids10 و Sohag1 برای انجام آزمایشات انتخاب گردید و در یک مزرعه آزمایشی کشت گردید. تمام پلاتها بصورت دستی برداشت شد و در بسته‌های نایلونی به آزمایشگاه خواص محصولات کشاورزی دانشگاه

اراک منتقل گردید. رطوبت اولیه نمونه‌ها تقریباً ۱۳/۵ درصد بر پایه تر اندازه‌گیری گردید. سپس خوشه‌ها در سه دوره خشک کردن هوایی ۷، ۱۲ و ۱۷ روزه قرار ادہ شدند. پس ازاتمام هر دوره خشک کردن، محتوی رطوبتی دانه‌ها برای رقم Giza163، ۹/۱، ۸/۹ و ۷/۳٪ برای رقم Sids10، ۹/۲، ۷/۹ و ۷/۱٪ و برای رقم Sohag1، ۹/۰، ۷/۹ و ۷/۳٪ تعیین گردید و بلافاصله در معرض کوبش خرمنکوب قرار گرفت. فاکتورهای تأثیرگذار بر میزان آسیب دانه در خلال کوبش توسط یک ماشین خرمنکوب نوع چکشی محلی آزمایش گردید (شکل ۱).

شکل ۱. نمای خرمنکوب چکشی مورد استفاده برای گندم

قطر هندسی متوسط دانه‌ها ۳/۳۵، ۴/۱۰ و ۳/۵۰ میلیمتر بترتیب برای رقم‌های Sids10، Sohag1 و Giza163 بدست آمد. ماشین خرمنکوب دارای سه سطح سرعت ۱۱، ۲۰ و ۳۶/۷ متربر ثانیه قابل تنظیم داشت. سه نرخ تغذیه ۰/۰۱۳، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۵ کیلوگرم بر ثانیه برای سه سطح رطوبتی دانه‌ها و سه رقم بکار رفت. مواد کوبیده شده جمع‌آوری وپارامترهای ذیل ثبت گردید تا اثر آزمایشات ارزیابی گردد.

درصد آسیب قابل شاهده (درصد دانه‌های شکسته)

نمونه‌هایی از هر رقم وزن گردید (w_t) و دانه‌های شکسته موجود در آن بطور دستی و با کمک ذره‌بین جدا و توزین شد (w_b). با داشتن وزن متوسط هر دانه (M_w)، تعداد دانه‌های شکسته (B_K) و کل دانه‌ها (T_K) بصورت زیر محاسبه گردید:

$$B_K = w_b/M_w \quad (۱)$$

$$T_K = w_t/M_w \quad (۲)$$

سپس درصد دانه‌های شکسته بصورت زیر بدست آمد:

$$B_K\% = (B_k/T_k) \times 100 \quad (۳)$$

درصد آسیب غیر قابل مشاهده

پس از انجام آزمون جوانه‌زنی، از آنجائیکه فقط دانه‌های به ظاهر سالم (دانه‌هایی که دارای ترک‌های قابل دید نباشند) انتخاب گردید، لذا دانه‌های جوانه نزده (مرده) و دانه‌هایی که جوانه‌های ضعیف و یا دارای رشد غیر طبیعی داشتند شمارش گردید و تحت عنوان دانه‌هایی با آسیب غیر قابل دید دسته‌بندی شد. بدین ترتیب درصد آسیب غیر قابل مشاهده در هر رقم بصورت زیر محاسبه شد:

$$\text{درصد آسیب غیر قابل مشاهده} = \left(\frac{\text{دانه‌های مرده+دانه‌های جوانه زده ضعیف و غیر طبیعی}}{\text{کل دانه‌های مورد استفاده در آزمون جوانه‌زنی}}\right) \times ۱۰۰ \quad (۴)$$

درصد جوانه‌زنی قابل اهده (G_v)

نمونه‌هایی شامل ۴۰۰ دانه از هر رقم در ۴ تکرار انتخاب و بر روی کاغذ در پتری دیشهای ۱۲/۵ سانتیمتری در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد برای یک دوره ۷ روزه کشت داده شد (ISTA, 1996). تنها دانه‌های شکسته نشده در این آزمایش انتخاب گردید و دانه‌های شکسته دور انداخته شد. درصد جوانه‌زنی قابل مشاهده بصورت زیر محاسبه گردید.

$$G_v = \frac{\text{تعداد دانه‌های جوانه زده}}{\text{کل دانه‌های کشت شده}} \times ۱۰۰ \quad (۵)$$

درصد جوانه‌زنی پیشنهادی (G_p)

از آنجائیکه دانه‌های شکسته در نمونه‌های انتخابی برای جوانه‌زنی حذف می‌شوند، درصد ج انه‌زنی قابل مشاهده بصورت کامل نشان نمی‌دهد که چقدر دانه‌های آسیب دیده کیفیت دانه‌ها را کاهش می‌دهند. بنابراین جوانه‌زنی پیشنهادی محاسبه می دد تا درصد جوانه‌زنی را با فرض اینکه تمام دانه‌ها شکسته نشده باشند نشان دهد. بنابراین ج انه‌زنی پیشنهادی بسته به میزان آسیب قابل مشاهده در هر آزمایش کمتر از جوانه‌زنی قابل مشاهده است و بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$G_p\% = (100 - B_k) \times G_v\% \quad (۶)$$

رسانایی الکتریکی بافت دانه

این آزمایش جهت تعیین میزان آسیب پوسته دانه انجام گردید. زیرا بین تراوش الکترولیت دانه‌ها و میزان سالم بودن پوسته یک همبستگی وجود دارد.با استفاده از یک دستگاه EC متر، رسانایی بافت دانه اندازه‌گیری شد (Oliveira *et al*., 1984).

نتایج و بحث

الف- اثر رقم دانه

داده‌های ارائه شده در جدول (۱) نشان می دهد که اثر رقم‌های گندم بر درصد دانه‌های شکسته، درصد آسیب غیر قابل مشاهده، درصد جوانه‌زنی قابل مشاهده و درصد جوانه‌زنی پیشنهادی و رسانایی الکتریکی تراوش دانه در سطح اطمینان ۵٪ معنی‌دار است.

جدول ۱. اثر رقم و محتوی رطوبتی دانه گندم بر کیفیت دانه‌های خرمنکوبی شده

کاراکترهای مورد مطالعه		درصد دانه‌های شکسته	درصد آسیب غیر قابل مشاهده	درصد جوانه‌زنی قابل مشاهده	درصد جوانه‌زنی پیشنهادی	رسانایی الکتریکی $\mu mho/g$
رقم گندم	Giza163	۵/۴۷	۱۵/۲۸	۸۸/۳۳	۸۴/۴۵	۵۳/۷۶
	Sids10	۷/۳۰	۶/۳۰	۷۴/۴۸	۷۱/۶۰	۵۷/۳۹
	Sohag1	۱۳/۴۹	۳۳/۹۹	۵۱/۱۵	۴۸/۹۲	۷۳/۶۷
L.S.D.		۰/۵۱	۱/۵۸	۱/۸۵	۱/۷۴	۱/۰۲
محتوی رطوبتی	٪۹	۱۱/۵۶	۱۸/۳۳	۶۷/۵۲	۶۴/۳۵	۶۸/۴۹
	٪۸	۱۱/۴۰	۲۴/۰۷	۶۷/۷۴	۶۳/۰۶	۶۲/۷۴
	٪۷	۳/۳۰	۱۳/۱۵	۷۸/۷۰	۷۷/۵۷	۵۳/۵۸
L.S.D.		۰/۵۱	۱/۵۸	۱/۸۵	۱/۷۴	۱/۰۲

نتایج نشان می‌دهد که درصد دانه‌های شکسته شده رقم Sohag1 (۱۳/۴۹٪) و آسیب غیر قابل مشاهده (۳۳/۹۹٪) بطور چشمگیری بیشتر از دورقم دیگر است، بویژه این آسیب درصد جوانه‌زنی قابل مشاهده را تا ۵۱/۱۵٪ و درصد ج انه‌زنی پیشنهادی را تا ۴۸/۹۲٪ کاهش داده است. افزایش درصد دانه‌های شکسته شده و آسیب غیر قابل مشاهده رقم Sohag1 بدین دلیل است که درصد قطر هندسی دانه‌های آن بیش از ۴ میلیمتر است که در مقایسه با دو رقم دیگر بیشتر است. بنابراین نیروهای فشاری و ضربه وارد بر رقم Sohag1 در خروجی خرمنکوب افزایش می‌یابد. از طرف دیگر رقم Sids10 نشان داد که مقاومت بیشتری نسبت به آسیب داخلی و مقاومت کمتری نسبت به آسیب خارجی در مقایسه با رقم Giza163 دارد. تغییرات (تنوع) رفتار رقم‌ها بواسطه خواص ساختاری و قطر هندسی دانه‌ها می‌باشد درحالیکه بیشترین تأثیر قابل ملاحظه رقم در Sohag1 ایجاد شده که متعلق به گروه نان سخت است که دانه این گروه بیشترین محتوی پروتئین را دارا است. این نشان می‌دهد که چنین ترکیبات شیمیایی علی‌رغم خواص فیزیکی بر مقاومت دانه نسبت به آسیب کوبش (خرمنکوبی) تأثیرگذار است. بواسطه بیشترین آسیب رخ داده در رقم Sohag1 و محتوی پروتئینی بالای آن، EC بافت دانه اندازه‌گیری شده آن بیشترین مقادیر (۷۳/۶۷μmho/g) را در مقایسه

با سایر ارقام نشان می‌دهد. اگرچه واریته Giza163 بیشترین مقاومت را نسبت به آسیب داخلی نشان نمی‌دهد، داشتن بیشترین درصد جوانه‌زنی بیانگر این است که این رقم بالاترین قبلیت حیات را داراست.

ب- اثر محتوی رطوبتی دانه

بالاترین مقادیر معنی‌دار آسیب با محتوی رطوبتی زیاد و متوسط بدست آمد در حالیکه درصد دانه‌های شکسته ۱۱/۵۶ و ۱۱/۴ درصد و آسیب غیر قابل مشاهده ۱۸/۳۳ و ۲۴/۰۷ درصد بترتیب برای رطوبت زیاد و متوسط در مقایسه با ۳/۳ و ۱۳/۱۵ درصد برای محتوی رطوبتی پایین بدست آمد (جدول ۱). روشن است که خوشه‌های خشک شده برای دوره ۲۱ روزه پس از برداشت آسیب مکانیکی (قابل مشاهده و غیر قابل مشاهده) را کاهش داده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دانه‌های دارای رطوبت کم در فرآیند کوبش بطور موفقیت آمیزی بیشتر از دانه‌های دارای رطوبت زیاد و متوسط سالم مانده‌اند (زنده مانده‌اند). دانه‌های کمرطوبت درصد بالای جوانه‌زنی قابل مشاهده و پیشنهادی را نسبت به دو محتوی رطوبتی بیشتر نشان می‌دهند که این افزایش بواسطه درصد کم دانه‌های آسیب دیده در مقایسه با دو سطح دیگر رطوبتی است که انه‌های آسیب دیده بیشتری ایجاد نموده است. رسانایی الکتریکی بافت (تراوش) انه‌ها رفتار طبیعی چنین شرایطی را نشان داد بطوریکه در دانه‌های کم آسیب دید، مقادیر کم رسانایی اندازه‌گیری شد. بنحوی مشخص است که یکی از مهمترین دلایل نابودی دانه، آسیب رخ داده در دیوارهٔ غشاء آن است. اگر چه دانه‌ها نسبت به این آسیب بر طبق خواص دانه نظیر ساختار دانه، شکل، ابعاد، وزن و نوع غذای ذخیره شده در لپه همچنین محتوی رطوبتی پاسخ می هد. ما می‌توانیم تشخیص دهیم که خشک کردن گیاهان برداشت شده رای ۷ و ۱۲ روز بترتیب دانه‌هایی با محتوی رطوبتی حدود ۹/۱٪ و ۸/۲٪ تولید می‌کند که خیلی زیاد تفاوت ندارند در حالیکه سومین دورهٔ خشک کردن (۱۷ روز) دانه‌هایی با کیفیت بسیار بالاتر ایجاد می‌کند.

مراجع

۱- افکاری سیاح، ا. ح. ۱۳۸۲. مطالعه ویژگی های رئولوژیکی دانه گندم و ارتباط آن با کیفیت آرد تولیدی. رساله دوره دکتری مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲- بی‌نام. ۱۳۷۴. ش سنامه تصویری گندم. نشریه شماره ۷۴/۴، اداره کل آمار و اطلاعات، معاونت برنامی ریزی و بودجه، وزارت کشاورزی .تهران، ایران.
3- Afkari Sayyah, A. H and S. Minaei. 2004. Behavior of wheat kernels under quasi-static loading and its relation to grain hardness. Journal of Agricultural Science and Technology (JAST) , Vol. 6,: 12-19.
4- Catteral, P. 1998. Flour milling In: Technology of Breadmaking. eds. Cauvian, P.S. and Young, L.S. pp. 269 - 329. Blackie Academic and Profesional. UK.
5- Chung, C. J.; Clark, S. J.; Lindholm, J. C.; McGinty, R. J. and Watson, C. A. 1975. The pearlograph technique for measuring wheat hardness, Transactions of The ASAE, 17: 185-189.
6- Hoseney, R. C. and Faubion, J. M. 1992. Physical properties of cereal grains. In: Storage of Cereal Grains and Their Products. 4th edn. American Association Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, M.N.

7- ISTA. 1996. International rules for seed testing association. Seed Science and Technology. 24:29-34
8- Kuhlman, D.K., Chung, D.S., McGinty, R. and Watson,C.A. 1979. Modification of the pearler for wheat - hardness test. Transactions of ASAE, 22: 881 - 885.
9- Lai, F.S., Rousser,R. ,Brabec, D. and Pomeranz, Y. 1985. Determination of harnness in wheat mixture. II. Aparatus for automated measurement of hardness of single kernel. Cereal Chemistry, 62: 178 - 184.
10- Mc-Donald, M. B. 1985. Physical seedquality of soybean. Seed science and technology, 13:600-628.
11- Martin, C.R., Rousser, R. and Brabec, D.L. 1993. Development of a single kernel wheat characterisation system. Transactions of ASAE, 36: 1399-1404.
12- Martin, C.R. and Steel, J.L. 1996. Evaluation of rotor - cresent design for sensing wheat kernel hardness. Transactions of ASAE, 39:2223-2227.
13- Obuchowski, W. and Bushuk, W.1980. Wheat hardness: comparison of methods of its evaluation. Cereal Chemistry. 57(6):421 – 425.
14- Oliveira, M. D., S. Matthews and A. A. Powell. 1984. The role of spilt seed coats in determining seed vigour in commercial seed lots of soybean as measured by electrical conductivity test. Seed Science and Technology. 12:659-668.
15- Pomeranz, Y., Martin, C.R., Rousser,R., Brabec, D. and Lai, F. S. 1988. Wheat hardness determined by a single-kernel compression instrument with semi automated feeder. Cereal Chemistry, 65:86 – 94.
16- Timoshenko, S. P. and Goodier, J. N. (1984). Theory of Elasticity. 3rd. edn. McGraw-Hill, Singapore.
17- Wu, Y.V. and Nelsen, T.C. 1991. A simple, rapid method to measure wheat hardness by grinding time and speed reduction in a micro hammer-cutter mill. Cereal Chemistry. 68: 343 - 346.

Studying of mechanical damage inflicted on wheat grain in threshing operation (Effect of variety and moisture content)

Abdollah Imanmehr

Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery. Arak University
a-imanmehr@araku.ac.ir

Abstract

Three wheat varieties Giza163, Sids10 and Sohag1 containing three different levels of grain moisture content (approximately 7, 8 and 9%) were selected for investigation to study the effect of threshing on grain damage. Local flail threshing machine type was used to thresh wheat grain at three different drum speed (11, 20 and 36.7 m/s) whereas three different spikes feeding rate (0.013, 0.025 and 0.05 kg/s) were used. The higher broken kernels percentage occurred during threshing process with Sohag1 variety compared with other varieties. On the other hand, under high moisture content conditions (8 and 9%), more damage occurred compared with lower kernel moisture content (7%), Therefore increasing drying time after harvesting lead to produce more resistible grain to damage.

Keywords: wheat grain, threshing, mechanical damage, grain quality.